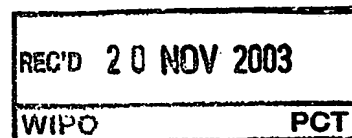


#2

**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 102 54 327.5

**Anmeldetag:** 21. November 2002

**Anmelder/Inhaber:** Philips Intellectual Property & Standards GmbH,  
Hamburg/DE  
(vormals: Philips Corporate Intellectual Property  
GmbH)

**Bezeichnung:** Verfahren zur Bestimmung der Auflagefläche in  
Bildern von Hautabdrücken

**IPC:** G 06 K 9/00

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 16. Oktober 2003  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**

Im Auftrag

Faust



## BESCHREIBUNG

Verfahren zur Bestimmung der Auflagefläche in Bildern von Hautabdrücken

### **Technisches Gebiet**

- 5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung der Auflagefläche in Bildern von Hautabdrücken, wobei die Haut Leisten und Täler aufweist und die Bilder in Form von Bilddaten vorliegen, wobei den Leisten Werte innerhalb eines ersten Wertebereichs und den Tälern Werte innerhalb eines zweiten Wertebereichs der Bilddaten zugeordnet sind.

10

### **Hintergrund der Erfindung**

- Zur automatischen Erfassung von Hautabdruckbildern, insbesondere Fingerabdrücken, wird der abzubildende Hautbereich, insbesondere die Fingerkuppe, von einem Sensor  
15 abgetastet. Dabei wird der Hautbereich auf eine im Falle einer optischen Abtastung durchsichtige Fläche aufgelegt. Der Erfassungsbereich des Sensors ist jedoch im Allgemeinen rechteckig, wobei die Auflagefläche meistens nicht die gesamte vom Sensor erfasste Fläche einnimmt. Dadurch entstehen Bildanteile, welche die spätere Auswertung stören können.

20

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, die Auflagefläche zu bestimmen, so dass spätere Bildbearbeitungsschritte auf die in der Auflagefläche enthaltenen Informationen beschränkt werden können.

25

### **Darstellung der Erfindung**

- Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die Werte des gesamten Bildes in Richtung auf den ersten Wertebereich verschoben werden, dass das gesamte Bild in  
30 Kacheln aufgeteilt wird, dass Mittelwerte der verschobenen Werte für die einzelnen

Kacheln mit einem Bezugswert verglichen werden und dass diejenigen Kacheln, deren Mittelwert gegenüber dem Bezugswert in Richtung auf den ersten Wertebereich abweicht, mindestens vorläufig als zur Auflagefläche gehörend betrachtet werden.

- 5 Zum Abtasten von Hautabdruckbildern können Sensoren verschiedener Art verwendet werden, beispielsweise optische, kapazitive oder Drucksensoren. Im Falle von optischen Sensoren können die als Täler bezeichneten Vertiefungen im Fingerabdruck hell und die Leisten (Erhöhungen) dunkel dargestellt werden. Entsprechend ist dann der erste Wertebereich geringeren Helligkeitswerten und der zweite Wertebereich höheren Helligkeitswerten zuzuordnen. Außerdem kann der Hintergrund, also die nicht zur Auflagefläche gehörende Fläche bei optischen Sensoren hell oder dunkel sein, wobei das erfindungsgemäße Verfahren anwendbar ist.
- 10

- Eine besonders günstige Verschiebung des Wertebereichs kann gemäß einer anderen Weiterbildung dadurch vorgenommen werden, dass zur Verschiebung der Werte jede Kachel in mehrere weitgehend gleichmäßig über die Kachel verteilte Gruppen von Bildpunkten zerlegt wird, dass für jede Kachel und jede Gruppe das Minimum der entsprechenden Werte gebildet wird, dass für jede Kachel der Mittelwert über die Minimalwerte der Gruppen errechnet wird und dass der Mittelwert als Eigenschaft der jeweiligen Kachel gespeichert wird.
- 15
- 20

- Das oben angegebene erfindungsgemäße Verfahren kann auch dadurch weiter gebildet werden, dass für die noch nicht als zur Auflagefläche gehörend betrachteten Kacheln die Varianz der Grauwerte innerhalb jeweils einer Kachel in den nicht veränderten Bilddaten berechnet wird und dass eine Bewertung dieser Kacheln in Abhängigkeit von dem Mittelwert, der Varianz und einem Bezugswert derart vorgenommen wird, dass eine Differenz zwischen dem Mittelwert und dem Bezugswert, die an sich auf eine Nichtzugehörigkeit zur Auflagefläche hinweist, durch eine entsprechend große Varianz und eine Differenz, die auf eine Zugehörigkeit zur Auflagefläche hinweist, durch eine entsprechend geringe Varianz ausgeglichen werden kann. Durch diese Weiterbildung werden noch weitere Kacheln daraufhin untersucht, ob sie zur Auflagefläche gehören.
- 25
- 30

Eine andere Weiterbildung besteht darin, dass anschließend jede Kachel daraufhin geprüft wird, ob von den sie umgebenden Kacheln mehr als fünf oder weniger als sechs als zur Auflagefläche gehörend bewertet wurden, wobei im Falle von mehr als fünf die geprüfte Kachel als zur Auflagefläche gehörend und bei weniger als sechs die geprüfte Kachel als  
5 nicht zur Auflagefläche gehörend bewertet wird. Damit werden verstreute als bisher zur Auflagefläche gehörend betrachtete Kacheln, die jedoch außerhalb der Auflageflächen liegen, ausgeschieden und einzelne an sich zur Auflagefläche zu zählende, jedoch bisher nicht entsprechend bewertete Kacheln in die Auflagefläche einbezogen. Es hat sich als besonders günstig herausgestellt, wenn dieser Schritt dreimal wiederholt wird.

10

Wird eine Fingerkuppe auf eine ebene Fläche gepresst, ist an sich davon auszugehen, dass die Auflagefläche eine Form ohne Löcher und ohne große Einbuchtungen hat. Eine solche Form ist auch dadurch gekennzeichnet, dass jede horizontale und jede vertikale Gerade die Auflagefläche nur einmal schneidet.

15

Um eine solche Auflagefläche zu erhalten, ist gemäß einer anderen Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens vorgesehen, dass die bis dahin ermittelte Auflagefläche auf Einbuchtungen untersucht wird und dass in Einbuchtungen liegende Kacheln als zur Auflagefläche gehörend angenommen werden. Dieses Verfahren kann insbesondere  
20 dadurch vorteilhaft durchgeführt werden, dass zu beiden Seiten der bis dahin ermittelten Auflagefläche von beiden Enden der Seite startende Zeiger jeweils auf die äußerste als zur Auflagefläche gehörend ermittelte Kachel gesetzt werden, wobei die Zeiger aufeinander zulaufen und von Zeile zu Zeile die Position einer weiter nach außen liegenden Kachel einnehmen oder die gleiche Position im Falle einer Einbuchtung beibehalten und dass der  
25 Weg der Zeiger bis zu einem Aufeinandertreffen der Zeiger den jeweiligen Rand der endgültigen Auflagefläche bilden.

#### **Kurze Beschreibung der Zeichnung**

30 Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung anhand mehrerer Figuren dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

Es zeigt:

**Fig. 1** Fingerabdruckbilder in verschiedenen Phasen des Verfahrens,

- 5 **Fig. 2** und **Fig. 3** als Flussdiagramm ein Programm zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens,

**Fig. 4** eine schematische Darstellung zur Durchführung eines ersten Verfahrensschritts und

10

**Fig. 5** eine schematische Darstellung zur Durchführung eines weiteren Verfahrensschritts.

### **Beschreibung des Ausführungsbeispiels**

15

Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel wird davon ausgegangen, dass die Täler 1 im Fingerabdruck heller und die Leisten 2 dunkel erscheinen. Gegeben sei ferner ein Bild 4 mit hellem Hintergrund 3. Ein dementsprechendes Bild ist in **Fig. 1a** dargestellt. Zuerst wird das Bild überdeckungsfrei in quadratische Kacheln zerlegt, die beispielsweise 8x8

- 20 Bildpunkte enthalten und die in den **Figuren 1b** bis **1d** erkennbar sind. Auf diesen Kacheln wird durch eine ausgewogene Verwendung von Minimum und Mittelwert eine Verdunklung derjenigen Bereiche angewendet, die mit hoher Wahrscheinlichkeit zur Auflagefläche gehören. Eine besonders günstige Art der Verdunklung wird im folgenden anhand von **Fig. 4** erläutert. Dabei wird jede Kachel, von denen in **Fig. 4** lediglich eine
- 25 Kachel dargestellt ist, in mehrere Gruppen G1 bis G8 zerlegt. Jede dieser Gruppen soll für sich genommen möglichst gleichmäßig über die Kachel verteilt sein. Die Vereinigung aller Gruppen G1 bis G8 ergibt die ursprüngliche Kachel, so dass jeder Punkt der Kachel in genau einer Gruppe vorkommt.

- 30 **Fig. 4** zeigt ein Beispiel mit einer 8x8 Bildpunkte großen Kachel. Für jede Kachel und jede Gruppe wird das Minimum der Grauwerte der einzelnen Punkte gebildet. Anschließend wird für jede Kachel der Mittelwert über die Minima der Gruppen berechnet. Dieser

Mittelwert wird als "verdunkelte" Eigenschaft der Kachel gespeichert. Das sich daraus ergebende Bild ist eine verdunkelte, strukturarme, gerasterte Version des Fingerabdrucks, in der die Auflagefläche meist schon gut zu erkennen ist. Durch die ausgewogene Verwendung von Minima und Mittelwerten haben die Leisten großen Einfluss auf die Verdunklung, während sich in den Bereichen außerhalb der Auflagefläche nur wenig ändert. Gleichzeitig wird durch die Mittelwertbildung vermieden, dass einzelne dunkle Punkte (Ausreißer) außerhalb der Auflagefläche zu dunklen Kacheln führen.

Zur weiteren Erläuterung der Verdunklung wird im folgenden auf das Flussdiagramm gemäß den **Figuren 2 und 3** Bezug genommen. Nach einem Start bei 11 werden bei 12 der Fingerabdruck, ein Parameter  $a$ , der im späteren Verlauf des Verfahrens benötigt wird, und Verdunklungsmasken eingelesen. Die letzteren stellen die Gruppen gemäß **Fig. 4** dar. Danach wird im Programmteil 13 Kachel für Kachel die Verdunklung durchgeführt, wobei wie oben beschrieben Mittelwerte und Minima verwendet werden und jeweils für eine Kachel ein Wert  $x(T)$  entsteht. In einem weiteren Programmschritt 14 werden alle Werte  $x(T)$  skaliert, so dass sie einen Bereich zwischen 0 und 1 einnehmen.

Zum Vergleich der Werte  $x(T)$  ist ein Bezugswert  $x_{ref}$  erforderlich, der je nach Anwendungsfall fest vorgegeben oder aus dem Bildinhalt jeweils berechnet werden kann. Dazu wird bei 15 das Programm in Abhängigkeit davon verzweigt, ob mit einem fest vorgegebenen (statischen) Referenzwert  $x_{ref}$  gerechnet werden soll. Trifft dieses nicht zu, wird bei 16 der Referenzwert  $x_{ref}$  berechnet.

Für diejenigen Kacheln, für welche  $x(T)$  kleiner als  $x_{ref}$  ist, wird eine Zugehörigkeit zur Auflagefläche angenommen. Eine entsprechende Verzweigung 17 befindet sich in einer Schleife 18, die für alle Kacheln durchlaufen wird. Die Kacheln sind in **Fig. 1b** schwarz dargestellt.

Für diejenigen Kacheln, für welche diese Bedingung nicht zutrifft, wird bei 19 die Varianz  $v(T)$  berechnet. Ferner wird bei 20 die maximale Varianz  $v_{max}$  aller Varianzen, das heißt aller Kacheln, ermittelt. Nach der Schleife 18 wird eine Schleife 21 ebenfalls für alle Kacheln durchlaufen, in der wiederum eine Verzweigung 22 entsprechend der

Verzweigung 17 vorgesehen ist, welche die als zur vorläufigen Auflagefläche gehörend betrachteten Kacheln feststellt. Für Kacheln, welche der Bedingung nicht genügen, wird bei 23 geprüft, ob  $A > B$  ist. Dabei ist  $A$  die Varianz  $v(T)/v_{\max}$  multipliziert mit dem Parameter  $a$  und  $B = (x_{\text{ref}} - x(T))^2$ .

5

Ist  $A > B$ , bedeutet dies, dass die jeweilige Kachel, die definitionsgemäß außerhalb der zunächst angenommenen Auflagefläche liegt, eine Struktur aufweist, welche ein Fingerabdruck sein kann. Deshalb wird in diesem Fall die jeweilige Kachel bei 24 zu denjenigen gezählt, die zur vorläufigen Auflagefläche gehören. Wird die Bedingung  $A > B$  nicht erfüllt, wird die jeweilige Kachel bei 25 als nicht zur Auflagefläche gehörend registriert. Dieser Zustand ist beispielhaft in Fig. 1c dargestellt, wobei die nicht zur Auflagefläche gehörenden Flächen schwarz dargestellt sind und die vorläufige Auflagefläche den später zu prüfenden Fingerabdruck enthält. Allerdings sind die Ränder der vorläufigen Auflagefläche noch recht unregelmäßig. Unregelmäßigkeiten, wie beispielsweise die vorstehenden Kacheln, könnten die spätere Auswertung stören.

Mit der im folgenden beschriebenen Schleife 33, innerhalb der eine Schleife 34 durchlaufen wird, erfolgt daher eine Glättung der Ränder der Auflagefläche bzw. eine Elimination von einzelnen Kacheln, die nach den bisherigen Verfahrensschritten als zur Auflagefläche gehörend erkannt wurden, jedoch außerhalb dieser Fläche liegen und umgekehrt. Dazu wird bei 26 (Fig. 3) geprüft, ob von den unmittelbar benachbarten Kacheln mindestens sechs Kacheln als zur vorläufigen Auflagefläche gehörend erkannt wurden. Ist dies der Fall, so wird bei 27 die Zugehörigkeit bestätigt, während anderenfalls bei 28 die jeweilige Kachel als nicht zur Auflagefläche gehörend gekennzeichnet wird. Dieser Zustand ist in Fig. 1d dargestellt.

Mit den folgenden Programmschritten 29, 30, 31 werden Einbuchtungen und Löcher in der vorläufigen Auflagefläche beseitigt. Dazu wird bei 29 zunächst eine linke Grenze der anisotropisch konvexen Einhüllenden der vorläufigen Auflagefläche berechnet. Bei 30 wird die rechte Grenze berechnet und bei 31 werden alle Kacheln zwischen der linken und der rechten Grenze der endgültigen Auflagefläche zugeteilt. Bei 32 wird das Programm beendet.

Die Erzeugung einer Auflagefläche mit einer anisotropisch konvexen Einhüllenden, die in den Programmschritten 29 bis 31 (**Fig. 3**) vorgenommen wird, wird anhand der **Fig. 5** näher erläutert. **Fig. 5** zeigt die gesamte in Kacheln eingeteilte Bildfläche 4, wobei die schraffierten Kacheln die vorläufige Auflagefläche bilden. Es werden insgesamt vier Zeiger

5 generiert, von denen zwei Zeiger 42, 43 in der obersten Zeile und zwei Zeiger 44, 45 in der untersten Zeile starten und dann jeweils um eine Zeile nach unten bzw. nach oben bewegt werden. Die Zeiger 42 bis 44 werden in der jeweiligen Zeile auf die äußerste linke bzw. rechte Kachel gesetzt, können jedoch nicht nach rechts bzw. links verschoben werden. Damit ergibt sich ein Weg des Zeigers 42 bis zum Punkt 46 und ein Weg des Zeigers 44

10 bis zum gleichen Punkt, an dem sie sich treffen. In entsprechender Weise wird mit den Zeigern 43 und 45 verfahren. Die von den Zeigern zurückgelegten Wege stellen die linke und die rechte Grenze der endgültigen Auflagefläche dar. Von vernachlässigbaren Abweichungen abgesehen, ist somit die endgültige Auflagefläche frei von Einbuchtungen und Löchern.



PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Bestimmung der Auflagefläche in Bildern von Hautabdrücken, wobei die Haut Leisten und Täler aufweist und die Bilder in Form von Bilddaten vorliegen, wobei den Leisten Werte innerhalb eines ersten Wertebereichs und den Tälern Werte innerhalb eines zweiten Wertebereichs der Bilddaten zugeordnet sind, dadurch gekennzeichnet, dass

5 die Werte des gesamten Bildes in Richtung auf den ersten Wertebereich verschoben werden, dass das gesamte Bild in Kacheln aufgeteilt wird, dass Mittelwerte der verschobenen Werte für die einzelnen Kacheln mit einem Bezugswert verglichen werden und dass diejenigen Kacheln, deren Mittelwert gegenüber dem Bezugswert in Richtung auf den ersten Wertebereich abweicht, mindestens vorläufig als zur Auflagefläche gehörend

10 betrachtet werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

dass zur Verschiebung der Werte jede Kachel in mehrere weitgehend gleichmäßig über die

15 Kachel verteilte Gruppen von Bildpunkten zerlegt wird, dass für jede Kachel und jede Gruppe das Minimum der entsprechenden Werte gebildet wird, dass für jede Kachel der Mittelwert über die Minimalwerte der Gruppen errechnet wird und dass der Mittelwert als Eigenschaft der jeweiligen Kachel gespeichert wird.

20

25

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2,

dadurch gekennzeichnet,

dass für die noch nicht als zur Auflagefläche gehörend betrachteten Kacheln die Varianz der Grauwerte innerhalb jeweils einer Kachel in den nicht veränderten Bilddaten berechnet

- 5 wird und dass eine Bewertung dieser Kacheln in Abhängigkeit von dem Mittelwert, der Varianz und einem Bezugswert derart vorgenommen wird, dass eine Differenz zwischen dem Mittelwert und dem Bezugswert, die an sich auf eine Nichtzugehörigkeit zur Auflagefläche hinweist, durch eine entsprechend große Varianz und eine Differenz, die auf eine Zugehörigkeit zur Auflagefläche hinweist, durch eine entsprechend geringe Varianz
- 10 ausgeglichen werden kann.

4. Verfahren nach Anspruch 3,

dadurch gekennzeichnet,

dass anschließend jede Kachel daraufhin geprüft wird, ob von den sie umgebenden

- 15 Kacheln mehr als fünf oder weniger als sechs als zur Auflagefläche gehörend bewertet wurden, wobei im Falle von mehr als fünf die geprüfte Kachel als zur Auflagefläche gehörend und bei weniger als sechs die geprüfte Kachel als nicht zur Auflagefläche gehörend bewertet wird.

20 5. Verfahren nach Anspruch 4,

dadurch gekennzeichnet,

dass der Schritt gemäß Anspruch 3 dreimal wiederholt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5,

25 dadurch gekennzeichnet,

dass die bis dahin ermittelte Auflagefläche auf Einbuchtungen untersucht wird und dass in Einbuchtungen liegende Kacheln als zur Auflagefläche gehörend angenommen werden.

7. Verfahren nach Anspruch 6,

dadurch gekennzeichnet,

dass zu beiden Seiten der bis dahin ermittelten Auflagefläche von beiden Enden der Seite startende Zeiger jeweils auf die äußerste als zur Auflagefläche gehörend ermittelte Kachel

- 5 gesetzt werden, wobei die Zeiger aufeinander zulaufen und von Zeile zu Zeile die Position einer weiter nach außen liegenden Kachel einnehmen oder die gleiche Position im Falle einer Einbuchtung beibehalten und dass der Weg der Zeiger bis zu einem Aufeinandertreffen der Zeiger den jeweiligen Rand der endgültigen Auflagefläche bilden.

1/4

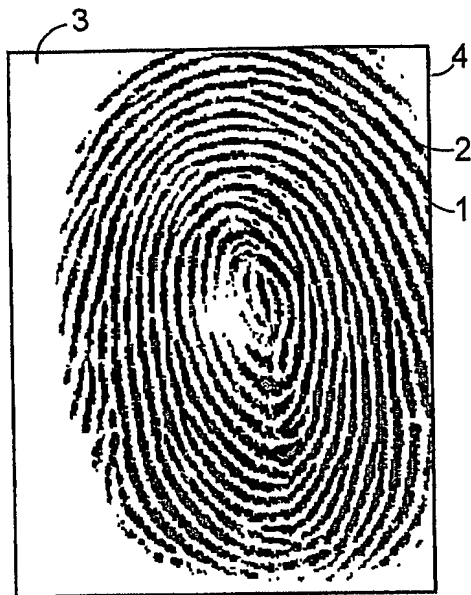


Fig. 1a

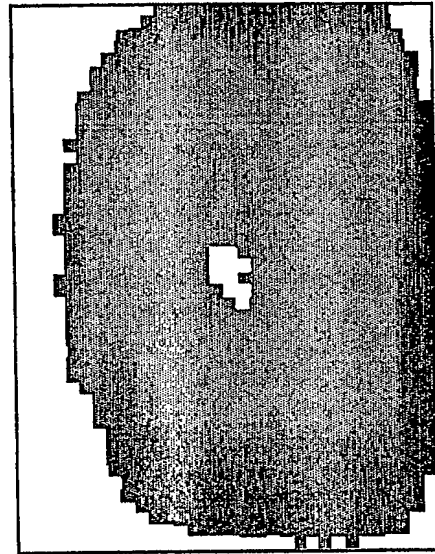


Fig. 1b

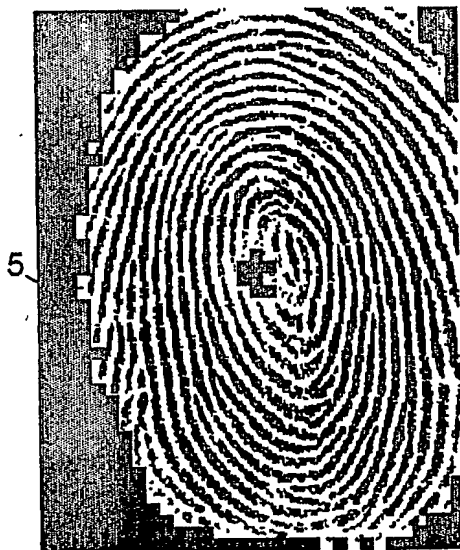


Fig. 1c



Fig. 1d

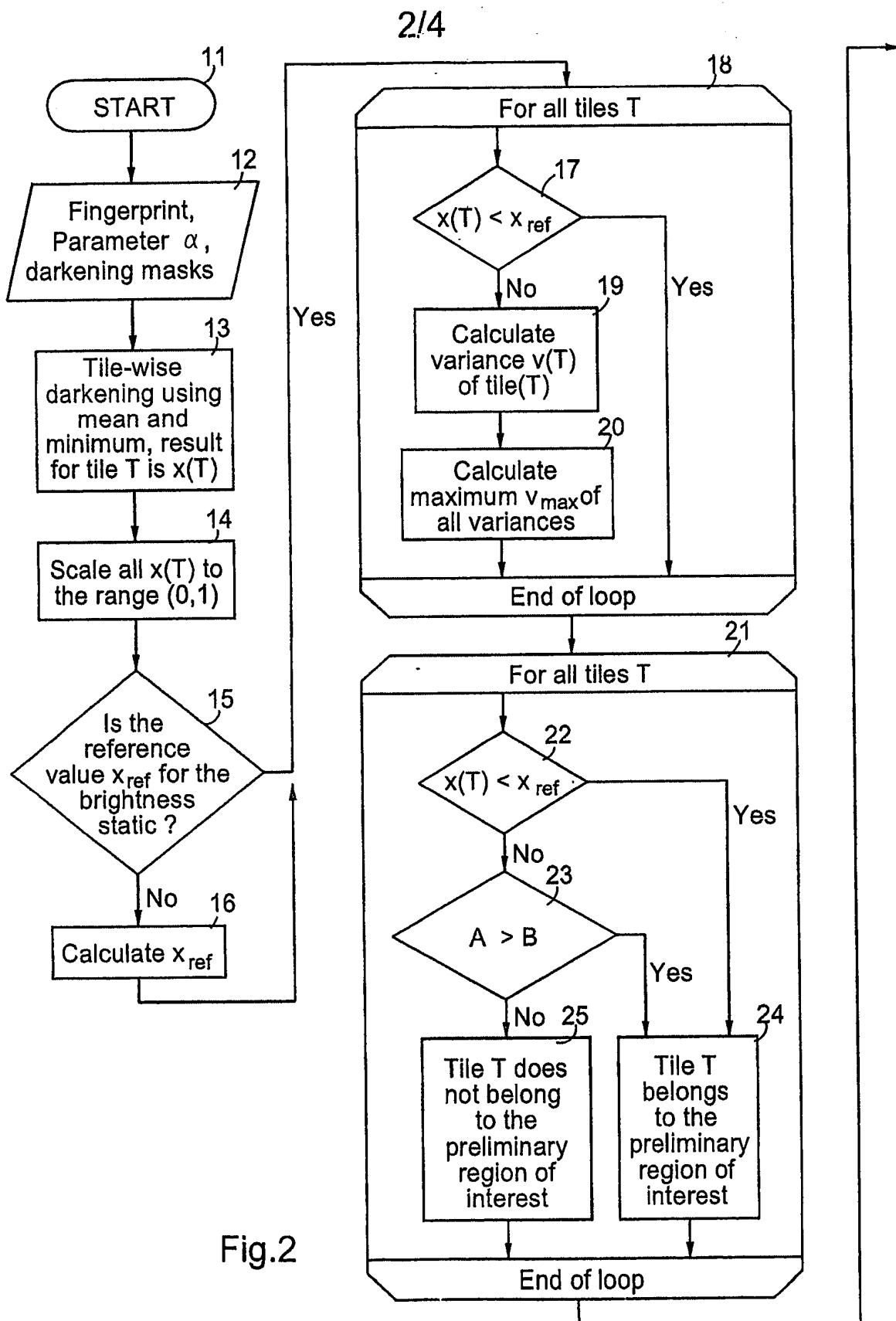


Fig.2

3/4

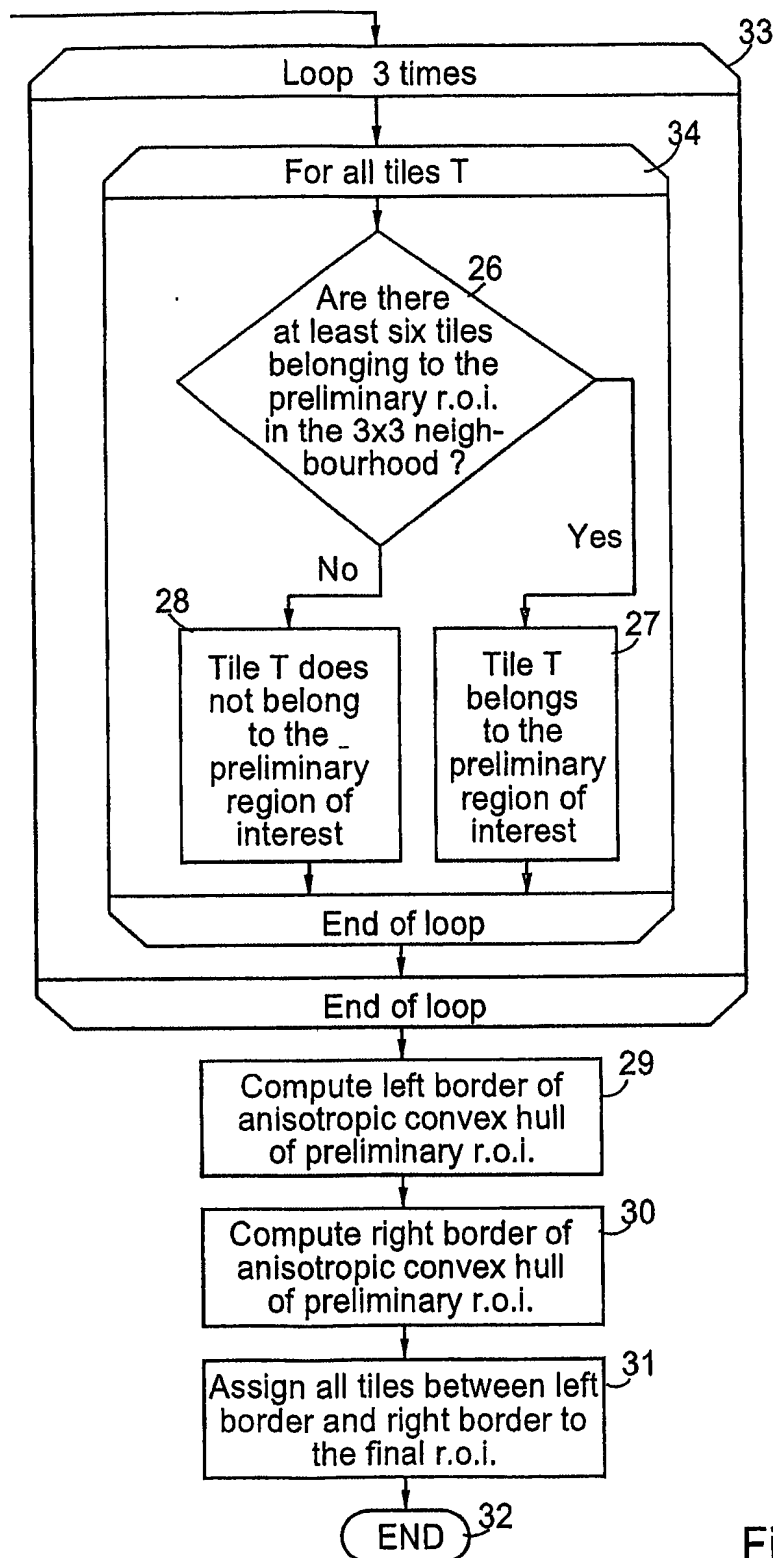


Fig.3

28

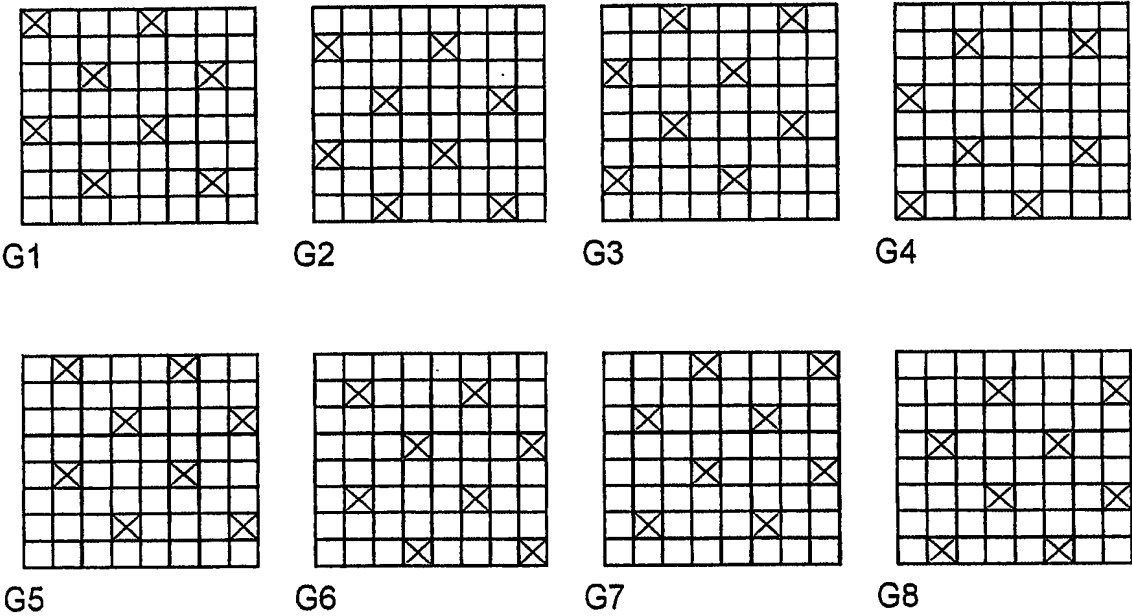


Fig.4

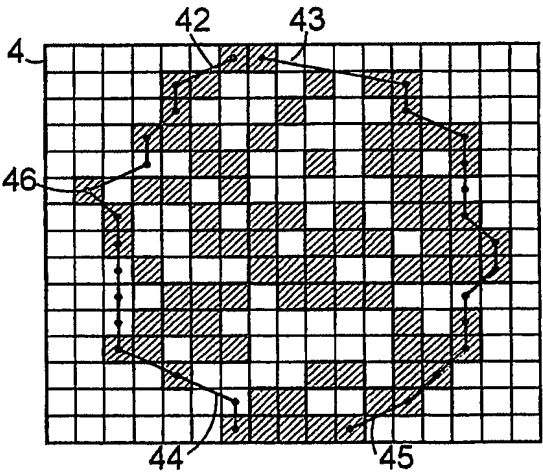


Fig.5

## ZUSAMMENFASSUNG

### Verfahren zur Bestimmung der Auflagefläche in Bildern von Hautabdrücken

Bei einem Verfahren zur Bestimmung der Auflagefläche in Bildern von Hautabdrücken, wobei die Haut Leisten und Täler aufweist und die Bilder in Form von Bilddaten

- 5 vorliegen, wobei den Leisten Werte innerhalb eines ersten Wertebereichs und den Tälern Werte innerhalb eines zweiten Wertebereichs der Bilddaten zugeordnet sind, werden die Werte des gesamten Bildes in Richtung auf den ersten Wertebereich verschoben. Das gesamte Bild wird in Kacheln aufgeteilt. Mittelwerte der verschobenen Werte für die einzelnen Kacheln werden mit einem Bezugswert verglichen. Diejenigen Kacheln, deren
- 10 Mittelwert gegenüber dem Bezugswert in Richtung auf den ersten Wertebereich abweicht, werden mindestens vorläufig als zur Auflagefläche gehörend betrachtet.

Fig. 1



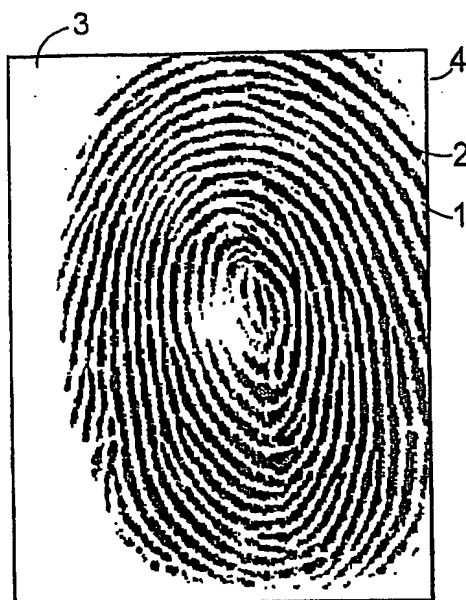


Fig. 1a

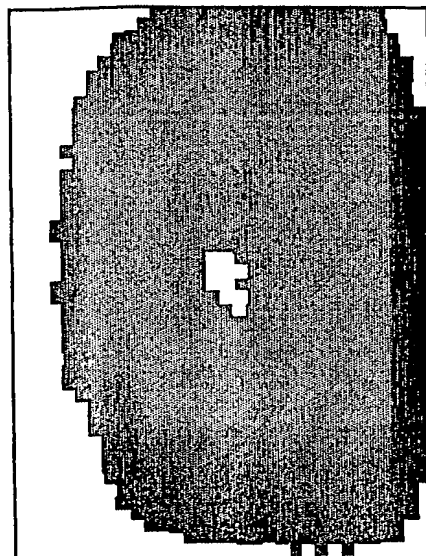


Fig. 1b

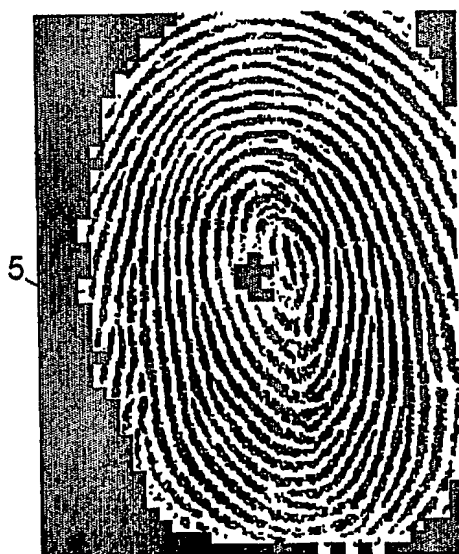


Fig. 1c



Fig. 1d